

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-338637

(43)Date of publication of application : 28.11.2003

(51)Int.Cl.

H01L 33/00

(21)Application number : 2003-062079

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 07.03.2003

(72)Inventor : NITTA KOICHI  
NAKAMURA TAKAFUMI  
KONNO KUNIAKI  
AKAIKE YASUHIKO  
ENDO YOSHINORI

(30)Priority

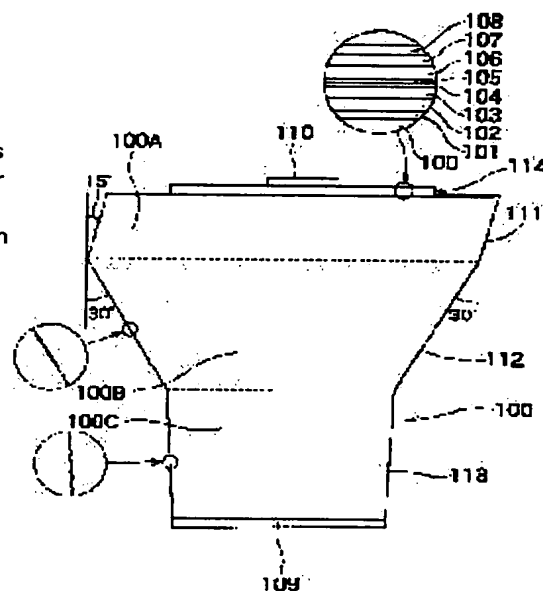
Priority number : 2002070719 Priority date : 14.03.2002 Priority country : JP

## (54) SEMICONDUCTOR LUMINOUS ELEMENT AND SEMICONDUCTOR LIGHT-EMITTING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a semiconductor light-emitting element and a semiconductor light-emitting device that have high light emitting efficiency, a high yield, and a long life.

SOLUTION: In the semiconductor light-emitting element having a light generation layer for radiating light and a translucent substrate to the light at the side of the substrate, there are a first side that is formed by cleavage and prevents a crystal defect, a second side for injecting one portion of the light from the light generation layer to the outside, and a third side for facilitating mounting. Additionally, on the side of the substrate, there are a first side for preventing the peel-off between the element and a lead frame, a second side for injecting one portion of the light from the light generation layer to the outside, and a third side for facilitating mounting.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-338637

(P2003-338637A)

(43) 公開日 平成15年11月28日 (2003. 11. 28)

(51) Int.Cl.

H 0 1 L 33/00

識別記号

F I

H 0 1 L 33/00

テーマコード(参考)

B 5 F 0 4 1

審査請求 有 請求項の数18 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2003-62079(P2003-62079)

(22) 出願日 平成15年3月7日(2003. 3. 7)

(31) 優先権主張番号 特願2002-70719(P2002-70719)

(32) 優先日 平成14年3月14日(2002. 3. 14)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

東京都港区芝浦一丁目1番1号

(72) 発明者 新 田 康 一

福岡県北九州市小倉北区下道津1丁目10番  
1号 株式会社東芝北九州工場内

(72) 発明者 中 村 隆 文

福岡県北九州市小倉北区下道津1丁目10番  
1号 株式会社東芝北九州工場内

(74) 代理人 100075812

弁理士 吉武 賢次 (外4名)

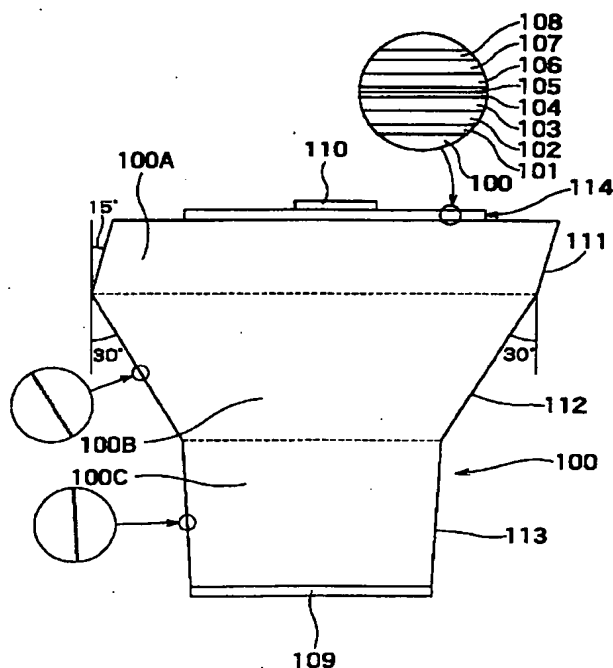
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体発光素子および半導体発光装置

(57) 【要約】

【課題】 光取り出し効率が高く、歩留まりが高く、寿命が長い半導体発光素子および半導体発光装置を提供する。

【解決手段】 光を放射する発光層と、この光に対して透光性を有する基板と、を備える半導体発光素子において、上記基板の側面に、へき開によって得られ結晶欠陥を防止する第1の側面と、上記発光層からの光の一部を外部に射出する第2の側面と、マウントを容易にする第3の側面と、を設ける。また、上記基板の側面に、素子とリードフレームとの剥離を防止する第1の側面と、前記発光層からの光の一部を外部に射出する第2の側面と、マウントを容易にする第3の側面と、を設ける。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光を放射する発光層と、

前記発光層からの前記光に対して透光性を有し、前記発光層を設けた上面と、前記上面と向き合う底面と、前記上面と前記底面とを結ぶ側面と、を有し、前記側面は、前記上面側から前記底面側に向かう第1の側面と、この第1の側面から前記底面側に向かう第2の側面と、この第2の側面から前記底面側に向かう第3の側面と、を有し、前記第3の側面は前記上面に向けて広がるように傾斜し、前記第2の側面は前記上面に向けてさらに広がるように傾斜して前記発光層からの前記光の一部を外部に射出し、前記第1の側面はへき開面に沿ってへき開することによって得られた側面である、基板と、を備えることを特徴とする半導体発光素子。

【請求項2】 前記基板がGaPからなることを特徴とする請求項1記載の半導体発光素子。

【請求項3】 前記発光層がInGaAlPを含むことを特徴とする請求項1または請求項2記載の半導体発光素子。

【請求項4】 前記基板の前記第2の側面と、前記上面に垂直な方向と、の角度が $20^{\circ}$ 以上 $40^{\circ}$ 以下であることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の半導体発光素子。

【請求項5】 前記基板が(100)面から[011]方向に $5^{\circ}$ 以上 $30^{\circ}$ 以下傾斜していることを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の半導体発光素子。

【請求項6】 前記第2の側面と、前記第3の側面と、の表面に高さ $1\mu\text{m}$ 以上 $2\mu\text{m}$ 以下の複数の凹凸が形成されていることを特徴とする請求項1乃至請求項5のいずれかに記載の半導体発光素子。

【請求項7】 前記基板の前記底面に溝が形成されていることを特徴とする請求項1乃至請求項6のいずれかに記載の半導体発光素子。

【請求項8】 光を放射する発光層と、前記発光層からの前記光に対して透光性を有し、前記発光層を設けた上面と、前記上面と向き合う底面と、前記上面と前記底面とを結ぶ側面と、を有し、前記側面は、前記上面側から前記底面側に向かう第1の側面と、この第1の側面から前記底面側に向かう第2の側面と、この第2の側面から前記底面側に向かう第3の側面と、を有し、前記第3の側面は前記上面に向けて広がるように傾斜し、前記第2の側面は前記上面に向けてさらに広がるように傾斜して前記発光層からの前記光の一部を外部に射出し、前記第1の側面は前記基板の前記上面に向かって狭まるように前記上面に垂直な方向と $16^{\circ}$ 以上 $60^{\circ}$ 以下傾斜している、基板と、を備えることを特徴とする半導体発光素子。

【請求項9】 前記基板がGaPからなることを特徴とする請求項8記載の半導体発光素子。

【請求項10】 前記発光層がInGaAlPを含むことを特徴とする請求項8または請求項9記載の半導体発光素子。

【請求項11】 前記基板の前記第2の側面と、前記上面に垂直な方向と、の角度が $20^{\circ}$ 以上 $40^{\circ}$ 以下であることを特徴とする請求項8乃至請求項10のいずれかに記載の半導体発光素子。

【請求項12】 前記第2の側面と、前記第3の側面と、の表面に高さ $1\mu\text{m}$ 以上 $2\mu\text{m}$ 以下の複数の凹凸が形成されていることを特徴とする請求項8乃至請求項11のいずれかに記載の半導体発光素子。

【請求項13】 光を放射する発光層と、基板と、を有し、前記基板は、前記発光層からの前記光に対して透光性を有し、前記発光層を設けた上面と、前記上面と向き合う底面と、前記上面と前記底面とを結ぶ側面と、を有し、前記側面は、前記上面側から前記底面側に向かう第1の側面と、この第1の側面から前記底面側に向かう第2の側面と、を有し、前記第2の側面は前記上面に向けて広がるように傾斜して前記発光層からの光を外部に射出し、前記第1の側面はへき開面に沿ってへき開することによって得られた側面である、半導体発光素子と、リードフレームと、

前記半導体発光素子の前記基板の前記底面を前記リードフレームにマウントする導電性のマウント材と、を備えることを特徴とする半導体発光装置。

【請求項14】 前記半導体発光素子の前記基板がGaPからなり、前記基板の前記第2の側面に高さ $1\mu\text{m}$ 以上 $2\mu\text{m}$ 以下の複数の凹凸が形成されていることを特徴とする請求項13記載の半導体発光装置。

【請求項15】 前記基板の前記底面に溝が形成されていることを特徴とする請求項13または請求項14記載の半導体発光装置。

【請求項16】 光を放射する発光層と、基板と、を有し、前記基板は、前記発光層からの前記光に対して透光性を有し、前記発光層を設けた上面と、前記上面と向き合う底面と、前記上面と前記底面とを結ぶ側面と、を有し、前記側面は、前記上面側から前記底面側に向かう第1の側面と、この第1の側面から前記底面側に向かう第2の側面と、を有し、前記第2の側面は前記上面に向けて広がるように傾斜して前記発光層からの光を外部に射出し、前記第1の側面は前記基板の前記上面に向かって狭まるように前記上面に垂直な方向と $16^{\circ}$ 以上 $60^{\circ}$ 以下傾斜している、半導体発光素子と、リードフレームと、前記半導体発光素子の前記基板の前記底面を、前記リードフレームにマウントする導電性のマウント材と、を備えることを特徴とする半導体発光装置。

【請求項17】 前記半導体発光素子の前記基板がGaPからなり、前記基板の前記第2の側面に高さ $1\mu\text{m}$ 以上 $2\mu\text{m}$ 以下の複数の凹凸が形成されていることを特徴と

する請求項 16 記載の半導体発光装置。

【請求項 18】前記基板の前記底面に溝が形成されていることを特徴とする請求項 16 または請求項 17 記載の半導体発光層装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体発光素子および半導体発光装置に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体発光素子は低消費電力、高効率、高信頼性が得られる光源として、表示板や液晶のバックライト等に白色電球の代替用として使われている。特に InGaAlP 系半導体材料は、直接遷移型であり、赤色から緑色の領域で高輝度に発光できる材料である。このため、InGaAlP 系半導体発光素子は、比較的輝度が高い素子として、車載用の赤色ストップランプ、交通信号での赤色ランプ、黄色ランプ、等に使われている。半導体発光素子は発光層の内部の活性層に電流を注入することでホールと電子の再結合により発光が実現される。そして、活性層で発生した光の一部が半導体素子の表面から外部に取り出される。通常、半導体発光素子は、反射板が形成されたリード上にマウントされ、レンズ形状をしたエポキシ等の樹脂で封止モールドされている。半導体発光素子から出てきた光を反射板で反射しレンズで集光することで発光特性の制御を行っている。

【0003】上記のように InGaAlP 系半導体材料は高輝度に発光できるが、この InGaAlP 系半導体材料は、不透明な GaAs 基板上に形成される。このため、GaAs 基板をそのままにしておくと、GaAs 基板による光吸収が起こる。そこで、近時では、まず InGaAlP 系半導体材料を不透明な GaAs 基板上に形成した後、透明な GaP 基板を接着し、代わりに不透明な GaAs 基板を剥離して、比較的高輝度の半導体発光素子を得る方法が開発されている。なお、ここで透明とは、発光素子から放射される光に対して透光性を有することを意味する。

【0004】もっとも、上記のように透明基板を接着形成する方法でも、InGaAlP 系半導体材料の優れた特性を十分に生かすことはできておらず、素子の輝度が低かったからである。すなわち、半導体素子内部で InGaAlP 活性層から発生した光は  $360^\circ$  あらゆる方向に放射されるが、半導体結晶とそれを封止するエポキシ樹脂に屈折率差があるため、半導体界面で反射され、半導体結晶の外部に取り出せない光が存在する。半導体結晶の屈折率を 3.3、封止モールド材のエポキシの屈折率を 1.5 とするとスネルの法則により臨界角は  $\theta_c = \sin^{-1}(1.5/3.3) = 27^\circ$  となり、 $27^\circ$  より大きい角度で半導体と樹脂の界面に入射した光は全反射され半導体結晶内部から取り出すことができない。

半導体発光素子は通常、立方体（六面体）であるので理想的に全ての面から光が取り出せたとすると約 28% の光を外部に取り出すことができる。しかし、半導体結晶の表面に n 型と p 型の 2 種類の電極が形成されていること、n 型或いは p 型のいずれかの電極が接着材で反射板に取付けられていること、電極面に入射した光が電極アロイ層で吸収されること、から外部に光を取り出すことができる光の割合は 28% を下回る。

【0005】本問題を解決し、光取り出し効率を高くする構造として、透明基板を用い、かつ、透明基板を適当な形状に加工する方法が検討されている。この方法は、例えば、特開平 10-341035 に記載されている。これを図 16 に示す。透明な p 型の GaP 基板 300 の第 1 の面 301 上には発光層 314 が形成されている。発光層 314 は、p 型 GaP 基板 300 の第 1 の面 301 上に、p 型半導体層、活性層、n 型半導体層、が順次形成された構造を有する。この発光層 314 には、p 側電極 309 と、n 側電極 310 と、から電流が注入される。この電流注入により、発光層 314 中の活性層が光を放射し、この光は基板 300 の第 2 の面 302 側から取り出される。図 16 の素子では、透明基板 300 の側面 303 の向きが、発光層 314 の垂直方向に対してオフセットした角度をなすように、半導体発光素子を整形することによって、全光抽出量の増大を図っている。この素子形状では、透明基板 300 の整形側面 303 が、発光層 314 からの光を第 2 の面 302 に向かって反射する。このため、第 2 の面 302 から多くの光を取り出すことが可能になる。また、第 2 の面 302 からの反射光を整形側面 303 から取り出すことも可能になり、光の取り出しが増大する。また、この整形側面 303 によって、内部で発生した光が結晶界面で多重反射されることなく外部に取り出せるため、発光層 314 の吸収活性層またはオーム性接触部で吸収が減少している。このように、図 16 の発明は、基板 300 の第 2 の面 302 を光取り出し面とし、基板 300 を適当な形状に加工することによって、光取り出し効率を高くしている。

【0006】

【特許文献 1】特開平 10-341035 号公報

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図 16 の半導体発光素子やそれを用いた半導体発光装置は、光取り出し効率は高いが、歩留まりが悪くなったり、寿命が短くなったりするという問題があった。

【0008】すなわち、図 16 の素子は、基板 300 の第 2 の面 302 を光取り出し面としているため、発光層 314 中の pn 接合が、図中下側のマウント面 304 に近い。このため、リードフレーム上に素子のマウント面 304 を導電性のマウント剤（接着剤）を用いてマウントする際、発光層 314 中の pn 接合の端面 305 がショートして、歩留まりが低下する問題が発生する。この

対応策としてマウント剤を半導体発光素子の側面に付着しないように少量にすれば、接着強度が弱く、長期通電時に発光素子のマウント面 304 がリードフレームから剥がれやすくなり、寿命が短くなる問題が発生する。

【0009】また、図 16 の素子は、基板 300 を適当な形状に加工する際に、ダイシングを行うことが必須となる。しかし、このダイシングの際に、ダイシングブレードにより基板 300 の側面 303 および内部にダメージ層（結晶欠陥）が形成される。そして、長期通電時に、このダメージ層を基点に結晶欠陥が進行し、発光層 314 が破壊されやすくなり、寿命が短くなる問題点がある。またダメージ層が形成された半導体発光素子をエポキシ樹脂で封止した場合、通電中の樹脂ストレスによりダメージ層を有した基板 300 の整形側面 303 から結晶欠陥が発光層 314 まで進行し、光出力が低下しやすくなり、同様に寿命が短くなる問題がある。このため、発光素子をやわらかなゲル状の樹脂、例えばシリコンで発光素子を封止するエンキャップが使用されているが、エンキャップの外側をエポキシ等の硬い樹脂で封止するため、シリコンとエポキシの界面が剥離する界面剥離が発生し、通電中に光出力が低下して、やはり寿命が短くなる問題がある。このため、基板 300 を加工する場合は、寿命が短くなることが避けられないと考えられていた。

【0010】このように、光取り出し効率を上げるために基板を適当な形状に加工した半導体発光素子では、光取り出し効率は高くなるが、歩留まりが悪くなったり、寿命が短くなったりするのが避けられないと考えられていた。

【0011】本発明は、かかる課題の認識に基づくものであり、その目的は、光取り出し効率が高く、歩留まりが高く、寿命が長い半導体発光素子および半導体発光装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明の実施の形態の半導体発光素子は、光を放射する発光層と、前記発光層からの前記光に対して透光性を有し、前記発光層を設けた上面と、前記上面と向き合う底面と、前記上面と前記底面とを結ぶ側面と、を有し、前記側面は、前記上面側から前記底面側に向かう第 1 の側面と、この第 1 の側面から前記底面側に向かう第 2 の側面と、この第 2 の側面から前記底面側に向かう第 3 の側面と、を有し、前記第 3 の側面は前記上面に向けて広がるように傾斜し、前記第 2 の側面は前記上面に向けてさらに広がるように傾斜して前記発光層からの前記光の一部を外部に射出し、前記第 1 の側面はへき開面に沿ってへき開することによって得られた側面である、基板と、を備えることを特徴とする。

【0013】また、本発明の実施の形態の半導体発光素子は、光を放射する発光層と、前記発光層からの前記光

に対して透光性を有し、前記発光層を設けた上面と、前記上面と向き合う底面と、前記上面と前記底面とを結ぶ側面と、を有し、前記側面は、前記上面側から前記底面側に向かう第 1 の側面と、この第 1 の側面から前記底面側に向かう第 2 の側面と、この第 2 の側面から前記底面側に向かう第 3 の側面と、を有し、前記第 3 の側面は前記上面に向けて広がるように傾斜し、前記第 2 の側面は前記上面に向けてさらに広がるように傾斜して前記発光層からの前記光の一部を外部に射出し、前記第 1 の側面は前記基板の前記上面に向かって狭まるように前記上面に垂直な方向と  $16^{\circ}$  以上  $60^{\circ}$  以下傾斜している、基板と、を備えることを特徴とする。

【0014】また、本発明の実施の形態の半導体発光装置は、光を放射する発光層と、基板と、を有し、前記基板は、前記発光層からの前記光に対して透光性を有し、前記発光層を設けた上面と、前記上面と向き合う底面と、前記上面と前記底面とを結ぶ側面と、を有し、前記側面は、前記上面側から前記底面側に向かう第 1 の側面と、この第 1 の側面から前記底面側に向かう第 2 の側面と、を有し、前記第 2 の側面は前記上面に向けて広がるように傾斜して前記発光層からの光を外部に射出し、前記第 1 の側面はへき開面に沿ってへき開することによって得られた側面である、半導体発光素子と、リードフレームと、前記半導体発光素子の前記基板の前記底面を前記リードフレームにマウントする、導電性の、マウント材と、を備えることを特徴とする。

【0015】また、本発明の実施の形態の半導体発光装置は、光を放射する発光層と、基板と、を有し、前記基板は、前記発光層からの前記光に対して透光性を有し、前記発光層を設けた上面と、前記上面と向き合う底面と、前記上面と前記底面とを結ぶ側面と、を有し、前記側面は、前記上面側から前記底面側に向かう第 1 の側面と、この第 1 の側面から前記底面側に向かう第 2 の側面と、を有し、前記第 2 の側面は前記上面に向けて広がるように傾斜して前記発光層からの光を外部に射出し、前記第 1 の側面は前記基板の前記上面に向かって狭まるように前記上面に垂直な方向と  $16^{\circ}$  以上  $60^{\circ}$  以下傾斜している、半導体発光素子と、リードフレームと、前記半導体発光素子の前記基板の前記底面を、前記リードフレームにマウントする、導電性の、マウント材と、を備えることを特徴とする。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照にしつつ、本発明の実施の形態について説明する。

【0017】本実施形態の特徴の 1 つは、図 1、図 8 から分かるように、発光層 114 からの光に対して透明な GaP 基板 100 を用い、この透明基板 100 の側面に、3 つの側面 111、112、113 を設けた点である。第 3 の側面 113 は、上面側に向けて広がるようにわずかに傾斜しており、マウント剤 6 による素子 1 とリ

ードフレーム 2 とのマウントを容易にし、かつ、マウント削 6 が第 2 の側面 112 に這い上がるのを防止して、歩留まりを高くする。第 2 の側面は上面側に向けて広がるように 30° 傾斜しており、発光層 114 からの光の一部を外部に射出して、光取り出し効率を高くする。第 1 の側面 111 は、へき開面に沿ってへき開することによって得られ、結晶欠陥が極めて少なく、第 2 の側面 112 に発生した結晶欠陥が発光層 114 に影響するのを防止して、発光層 114 の劣化を抑え、素子の寿命を長くする。また、第 3 の側面 113 および第 2 の側面 112 には複数の凹凸が設けられており、上記の効果を高めている。以下、第 1 および第 2 の実施の形態について説明する。

【0018】(第 1 の実施の形態) 図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態を示す半導体発光素子の概略断面図である。半導体発光素子は、GaP 基板 100 と、この GaP 基板 100 の上面上に形成された InGaAlP 系材料からなる発光層 114 と、を有した構造である。GaP 基板 100 は、(100) 面から [011] 方向に 15° 傾斜している。また、発光層 114 は、p 型 GaP 基板 100 の上面上に、p 型不純物が添加された InGaP からなる接着至緩和層 101、p 型不純物が添加された InGaAlP からなるクラッド層 102、p 型不純物が添加された InGaAlP からなる光ガイド層 103、p 型不純物が添加された InGaAlP からなる量子井戸層 104、p 型不純物が添加された InGaAlP からなる障壁層 105、n 型不純物が添加された InGaAlP からなるクラッド層 106、n 型不純物が添加された InGaAlP からなる電流拡散層 107、n 型不純物が添加された GaAs からなるコンタクト層 108、が順次形成された構造である。p 型 GaP 基板 100 の底面上には、少なくとも Au と Zn を含む金属からなる p 側電極 109 が形成されている。また、n 型 GaAs コンタクト層 108 上には、少なくとも Au と Ge を含む金属からなる n 側電極 110 が形成されている。この p 側電極 109 にプラス、n 側電極 110 にマイナスの電圧を加えることで量子井戸層 104 から光が発生する。この際、GaP 基板 100 は、量子井戸層 104 からの光に対して透明であり、GaP 基板 100 の第 2 の側面 112 からも光が取り出される。

【0019】図 1 の半導体発光素子の特徴の 1 つは、上記の透明基板 100 の側面に、3 つの側面 111、112、113 を設けた点である。この透明基板 100 は p 型不純物である Zn、Mg が添加された GaP からなり、厚さは 250 μm である。この透明基板 100 は、発光層 114 を設けた上面と、この上面と向き合う底面と、この上面を有する第 1 の部分 100A と、この第 1 の部分 100A に隣り合って形成された第 2 の部分 100B と、この第 2 の部分 100B に隣り合って形成され上記底面を有する第 3 の部分 100C と、を有する。こ

の透明基板 100 の第 3 の部分 100C は、底面に繋がり、上記上面に向けてわずかに広がるように傾斜する第 1 の側面 113 を有する。底面の大きさは 150 × 150 μm<sup>2</sup>、高さは 100 μm である。この第 3 の側面 113 の表面には、高さ 1 ~ 2 μm の複数の凹凸が形成されている。上記第 2 の部分 100B は、上面に向けてさらに広がるように上面に垂直な方向と 30° 傾斜し、発光層 114 からの光の一部を外部に射出する第 2 の側面 112 を有する。この、第 2 の側面 112 の表面にも、大きさが 1 ~ 2 μm の複数の凹凸が形成されている。第 2 の部分 112 の高さは 100 μm である。上記第 1 の部分 100A は、へき開面に沿ってへき開することによって得られる第 1 の側面 111 を有する。第 1 の側面 111 は、図中右側の面と、左側の面と、が平行になっており、図中左側の面は、上面側が狭くなるように傾斜している。前述のように、GaP 基板 100 は (100) 面から [011] 方向に 15° 傾斜しており、へき開面となる第 1 の側面 111 の傾斜角度は、15° となる。この第 1 の側面 111 は、へき開面であるため、極めて平坦な面であり、他の側面 113、112 に比べて結晶欠陥が極めて少なくなる。第 1 の部分 100A の高さは、50 μm である。

【0020】上記の透明基板 100 は、次のように把握することもできる。すなわち、この基板 100 は、発光層 114 を設けた上面と、この上面と向き合う底面と、上面と底面とを結ぶ側面 111 ~ 113 と、を有する。側面 111 ~ 113 は、上面側から底面側に向かう第 1 の側面 111 と、この第 1 の側面 111 から底面側に向かう第 2 の側面 112 と、この第 2 の側面 112 から底面側に向かう第 3 の側面 113 と、を有する。第 3 の側面 113 は上面に向けて広がるように傾斜している。第 2 の側面 112 は、上面に向けてさらに広がるように傾斜して発光層 114 からの光の一部を外部に射出する。第 1 の側面 111 はへき開面に沿ってへき開することによって得られた側面である。このように上記基板 100 を把握することができる。

【0021】次に、図 1 の半導体発光素子の製造方法を、図 2 ~ 図 7 を参照にして説明する。本実施形態の製造方法の特徴の 1 つは、図 7 に示すように、第 1 の側面 111 をへき開により形成した点である。これにより、第 1 の側面 111 の結晶欠陥を極めて少なくすることができる。

【0022】(1) まず、図 2 に示すように、GaAs 基板上に、MOCVD 法により、発光層 114 を形成する。発光層 114 は、InGaAlP 系の材料であるため、これと格子整合する GaAs 基板が用いられる。ただし、この GaAs 基板は、発光層 114 からの光に対して不透明である。ここで、GaAs 基板は、(100) 面から [011] 方向に 15° 傾斜している。このような傾斜基板を用いることにより、発光層 114 の発

光輝度が高くなることが知られている。この効果を得るためには、傾斜角度を $5^{\circ}$ 以上 $30^{\circ}$ 以下とすることが好ましい。

(2) 次に、図3に示すように、透明なGaP基板100を発光層114に接着する。

(3) 次に、図4に示すように、不透明なGaAs基板を剥離し、電極109、110を形成する。

(4) 次に、図5に示すように、発光層114の一部Mをエッチングする。このエッチングにより、後述のへき開が容易になる。

(5) 次に、図6に示すように、先端部を狭くしたダイシングのブレードを用いて、第3の側面113および第2の側面112を形成する。なお、ダイシングのブレードの先端部の傾斜角度を変えることで第2の側面112の傾斜角度を変えることができる。その後、第3の側面113および第2の側面112に凹凸を形成する。具体的には、 $-50^{\circ}\text{C}$ から室温の間の温度に設定された過酸化水素水と水と塩酸の混合液に数分浸し、さらに室温から $100^{\circ}\text{C}$ の間の温度に設定された塩酸で数分浸すことで、凹凸を形成する。浸す温度が高い場合は処理時間を短くすることができるが、凹凸の形状は同じである。また塩素ガスを含むガスを用いたガスエッチングで形成した場合、エッチングにより表面に堆積物が残るため、硫酸系エッチング液、リン酸系エッチング液で除去する必要があるが、溶液によるエッチングと形状は同じである。なお、エッチング処理する工程では、レジストや酸化膜を用いて、電極109、110をカバーする。

(6) 次に、図7に示すように、へき開により、第1の側面111を形成する。具体的には、InGaAlP材料からなる発光層114が除去された部分Mから、先端にダイヤモンドを有したカッターを使いへき開方向に合わせてスクライブを行い、さらに加重を加え押し割ることで、第1の側面111を形成する。

【0023】以上説明した製造方法によって得られる図1の半導体発光素子およびこれを用いた半導体発光装置では、透明基板100の側面に、3つの側面111、112、113を設けたので、光取り出し効率が高く、かつ、歩留まりが高く、寿命が長い半導体発光素子および半導体発光装置を提供することができる。以下、図8を参照にして説明する。

【0024】図8は、図1の半導体発光素子を用いた半導体発光装置である。半導体発光素子1の透明基板100は、マウント剤（接着剤）であるAgペースト6により、リードフレーム2にマウントされている。リードフレーム2は、ニッケル等がメッキされた金属からなり、p側リード5と、n側リード4と、反射板3と、を有する。p側リード5には、p側電極109が、導電性のAgペースト6により電氣的に接続される。また、n側リード4には、n側電極110が、ワイヤ7により、電氣的に接続される。n側電極110およびp側電極109

を有する半導体発光素子1は、封止樹脂8により封止される。なお、p側リード5と、反射板3と、が一体となったリードを用いてもよい。

【0025】図8の半導体発光装置では、第3の側面113の高さを $100\mu\text{m}$ 設け、基板100の底面部に加え第3の側面113にもAgペースト6を接着したので、高い接着強度を得ることができる。さらに、第3の側面113を、上面側が広くなるようにわずかに傾斜するようにしたので、Agペースト6を熱処理により硬化させる時に発生する、Agペースト6の表面張力による這い上がり防止することができる。このため、不透明なAgペーストが第2の側面112を覆うことを防止し、第2の側面112からの光取り出しが低下するのを防止することができる。この結果、歩留まりを高くすることができる。また、第3の側面113の表面に高さ $1\sim 2\mu\text{m}$ の複数の凹凸を形成したので、Agペースト6の這い上がりをさらに防止し、さらに歩留まりを高くすることができる。

【0026】また、図8の半導体発光装置では、基板100を透明基板とし、第2の側面112の傾斜角を $30^{\circ}$ としたので、第2の側面112から光を取り出すことができる。このため、光取り出し効率が高い装置を得ることができる。また、この第2の側面112の表面に高さ $1\mu\text{m}\sim 2\mu\text{m}$ の複数の凹凸を設けたので、表面積を広くして、光取り出し効率をさらに高くすることができる。また、表面積を広くすることにより、封止樹脂8と半導体発光素子1との接着強度が強固になり、発光素子1がリードフレーム2から剥れることを防止することができる。これに対し、凹凸を設けないと、封止樹脂8により第2の側面112に発光素子1を底面側から上面側に持ち上げる方向に樹脂ストレスが働くため、通電中に発光素子1がリードフレーム2から剥れやすくなり、寿命が短くなるおそれがあった。

【0027】さらに、図8の装置では、へき開面となる第1の側面111を設けたので、ダイシング工程で発生した第2の側面112の結晶欠陥が発光層114に影響を及ぼすことを防止することができる。前述の図6のように、第3の側面113、第2の側面112は、ダイシングで形成されるが、このダイシングの際には、第3の側面113および第2の側面112に結晶欠陥が発生し、ダメージ層が発生することが避けられない。しかしながら、図8の装置では、第1の側面111がへき開面であり、このへき開面111近傍には結晶欠陥が極めて少ない。このため、第1の側面111により、発光層114へ結晶欠陥の進行を防止することができる。

【0028】この結果、発光層114の結晶欠陥を少なくし、結晶欠陥による光吸収を低減して、発光層114からの光出力を高くすることができる。また、図中左側の第1の側面111が、上面側が狭くなるように傾斜しているため、封止した樹脂2のストレスによる発光素子

1の剥がれを防止することができる。上述のように、発光素子1の第2の側面112には、樹脂2により、発光素子1を底面から上面に向かって持ち上げる力が働く。しかし、図8の装置では、第1の側面111の図中左側の面が、上面側が狭くなるように傾斜しているので、発光素子1に働く樹脂ストレスが分散され、発光素子1の剥れを低減することができる。これにより、寿命を長くすることができる。

【0029】また、図8の半導体発光装置では、発光層114の表面積を基板100の上部の表面積よりも小さくしたので、第1の側面111を形成する際に発光層114の結晶欠陥が生じにくい。このため、発光層114に結晶欠陥による劣化が発生しにくく、さらに寿命を長くすることができる。特に、発光層114の表面積を基板100の上部の表面積の約65～85%とすると、発光層114の表面積を広くしながら結晶欠陥を少なくし、高輝度でかつ信頼性の高い発光装置が実現できる。

【0030】以上のように、図1の半導体発光素子を用いた図8の半導体発光装置では、透明基板100の側面に、3つの側面111、112、113を設けたので、光取り出し効率が高く、かつ、歩留まりが高く、寿命が長い装置を提供することができる。

【0031】以上説明した図1の半導体発光素子では、p型GaP基板100の厚さを250 $\mu$ mとしたが、これを150 $\mu$ mから300 $\mu$ mとすることもできる。300 $\mu$ mより厚くなると、発光層114の量子井戸層104で発生した光が、GaP基板100のp型不純物で吸収され、外部に取り出される光の量が低下してしまう。また、交通信号や車載のテールランプ等に使用する場合、発光素子の駆動電流を数アンペア等の大電流が必要になる。このため、基板を300 $\mu$ mよりも厚くすると、基板100の厚さによる素子抵抗分で発生する発熱量が増加し、封止している樹脂2が発光素子1の発熱により熱劣化する。この結果、基板厚さは300 $\mu$ m以下が望ましい。逆に、GaP基板100の厚さが150 $\mu$ m以下では、発光素子上面と下面に形成された電極110、109が、量子井戸層104で発光した光を遮蔽するため光の取り出しが低下する。さらに電極オーミック性を実現するため形成される電極アロイ層が光を吸収し、外部に光を取り出す量が減少する。このため、基板の厚さは150 $\mu$ m以上300 $\mu$ m以下が望ましい。

【0032】また、第3の部分100Cは、底面を100 $\times$ 100 $\mu$ m<sup>2</sup>から200 $\times$ 200 $\mu$ m<sup>2</sup>、高さを50 $\mu$ mから100 $\mu$ mとすることができる。前述のように、基板100は、底面部および第3の側面113が、Agペースト6により、リードフレーム2に接着される。信頼性試験の結果、第3の部分100Cの高さが50 $\mu$ mから100 $\mu$ mであれば接着強度が維持できることが分かった。また、底面の大きさを100 $\times$ 100 $\mu$ m<sup>2</sup>から200 $\times$ 200 $\mu$ m<sup>2</sup>にすることでマウントの

接着強度を充分確保できることを環境試験を通して確認できた。なお、第3の側面113の傾斜角度は、第2の側面112の傾斜角度よりも小さく、20°未満である。

【0033】また、第2の側面112は、傾斜角度を20°から40°、傾斜部の長さを60 $\mu$ mから200 $\mu$ mとすることができる。この範囲であれば、第2の側面112からの光取り出し効率を高くすることができる。ただし、素子の作成容易性、組み立て性さらにコストから傾斜部の長さが100 $\mu$ mから150 $\mu$ mで、傾斜角度が25°から35°が望ましい。

【0034】また、第1の側面111は、傾斜部の長さを40 $\mu$ mから80 $\mu$ mとすることができる。このようにすることで、前述のように、第2の側面112から発光層114への結晶欠陥の進行を効果的に低減できる。また、傾斜角度は、基板100の傾斜角度にあわせて、5°から30°とすることができる。前述のように、基板100の傾斜角度を5°から30°と、発光効率を高くすることができる。また、後述の第2の実施の形態(図9)のように、製造方法の簡易さを重視して、傾斜角度をほぼ0°とすることもできる。

【0035】以上説明した図1の半導体発光素子における発光層114は、GaP基板100を透過する光を発光する構造であれば、どのような構造を用いても良い。図1の発光層114の具体例について説明すれば、次の通りである。

【0036】まず、p型InGaP接着層101について説明する。p型不純物のZn、Mgが添加されたInGaPからなりp型の導電性を有する接着層101は、厚さは1nmから1 $\mu$ mで、不純物の添加量が1E17/cm<sup>3</sup>から1E21/cm<sup>3</sup>である。この接着層は、図2のように、GaAs基板上に形成された発光層114をGaP基板100に接着する際に発生する結晶歪を低減する機能を有している。特にInを含む半導体材料はやわらかく結晶欠陥の垂直方向への進行を遅くする特徴がある。このため、基板100と発光層114とを接着するときには発生する格子定数差による結晶歪と熱膨張係数差による熱歪を低減できるため、発光層114への結晶歪の進行が抑えられ発光層114が劣化しない。接着の温度は400℃から800℃である。ただし、温度が低い場合は接着界面の電圧降下が大きくなる。このため、接着の温度は、700℃以上が望ましい。また、接着層101の材質としては、柔らかなInの効果を使いAlが阻害しないようにするために、Alを含まないInGaPが最適である。また、この層は井戸層104からの波長によっては吸収層として機能するので、井戸層104のバンドギャップが接着層101のバンドギャップより大きい場合は接着層101の厚さを数10nm以下にすることが望ましい。結晶性は必ずしも良い必要はなく、電流が流れる特性であれば良い。



【0037】次に、p型InGaAlPクラッド層102について説明する。p型不純物のMg、Znが添加されたInGaAlPからなりp型の導電型を有するクラッド層102は、厚さが0.1 $\mu$ mから2 $\mu$ mで、不純物の添加量が1E17/cm<sup>3</sup>から1E20/cm<sup>3</sup>である。このクラッド層102は活性層である量子井戸層104のバンドギャップより広いバンドギャップを有し、電子と正孔を活性層(104と105)に閉じ込める特性を有している。基板接着時の熱処理によりp型不純物であるZn、Mgが熱拡散するため、不純物の添加量は5E19/cm<sup>3</sup>以下が望ましい。

【0038】次に、p型InGaAlP光ガイド層103について説明する。p型不純物のMg、Znが添加されたInGaAlPからなりp型の導電型を有する光ガイド層103は、厚さが0.1 $\mu$ mから1 $\mu$ mで、不純物の添加量が1E17/cm<sup>3</sup>から1E21/cm<sup>3</sup>である。この光ガイド層103はクラッド層102と活性層となる量子井戸層104との中間的なバンドギャップを有する材料からなる。量子井戸層104の中央部で発生した光は、量子井戸層104内に閉じ込められる。しかし、量子井戸層104の端部では、発光が再吸収される可能性がある。そこで、屈折率差の小さな光ガイド層103を形成することで、この量子井戸層104に閉じ込められた光を、pクラッド層102を介してp型GaP基板100側に引き出すことができる。このため、GaP基板100方向に向う光が増大し整形したGaP基板100から多くの光を取り出すことができる。特にp型とn型のクラッド層102、106で挟まれた量子井戸構造ではクラッド層102、106と量子井戸層104の中間的な屈折率を有する光ガイド層103の効果は大きく、活性層104を端面方向に伝播していく光の再吸収を低減することが出来る。このため、本実施例にn型の光ガイド層をつけることでさらに光取り出しは増加する。また光ガイド層103はGaP基板100接着時の熱処理によりpクラッド層102から不純物が量子井戸層104まで拡散しないように500nm以上が望ましい。

【0039】次に、p型InGaAlP量子井戸層104について説明する。p型不純物のMg、Znが添加されたInGaAlPからなりp型の導電型を有する量子井戸層104は、厚さが、量子効果が発生する1nmから20nmで、不純物の添加量が、1E17/cm<sup>3</sup>から1E21/cm<sup>3</sup>である。この量子井戸層104は10層から50層形成することで電流注入による光出力の直線性がよく、数mAから数Aまで光出力の飽和が見られない発光素子が実現できる。またGaP基板100を接着、整形した発光素子では、結晶界面で反射された光が吸収層となる量子井戸層104で再吸収される問題が顕著になる。このため、井戸層104の厚さ10nm以下の薄膜にすることで、井戸層104を横断したときの

吸収を低減できる。さらに、井戸層104の薄膜化で、井戸層104での光閉じ込め効果が低下し井戸層104に存在する光の割合が小さくなるため、井戸層104での再吸収を低減できる。このため、井戸層104で発生した光を有効に外部に取り出すことができる。

【0040】次に、p型InGaAlP障壁層105について説明する。p型不純物のMg、Znが添加されたInGaAlPからなりp型の導電型を有する障壁層105は、厚さが1nmから20nmで、不純物の添加量が1E17/cm<sup>3</sup>から1E20/cm<sup>3</sup>である。この障壁層105のバンドギャップは井戸層104とクラッド層102の中間のバンドギャップの大きさを有している。これは井戸層104への電子と正孔の閉じ込めと井戸層104からの光のしみ出しを多くできるためである。障壁層105に不純物を多く添加すると不純物の準位により光の吸収が顕著になるため、添加量は5E19/cm<sup>3</sup>以下が望ましい。

【0041】次に、n型InGaAlPクラッド層106について説明する。n型不純物のSi、Seが添加されたInGaAlPからなりn型の導電型を有するクラッド層106は、厚さが0.1 $\mu$ mから2 $\mu$ mで、不純物の添加量が1E17/cm<sup>3</sup>から1E21/cm<sup>3</sup>である。このクラッド層106は活性層104より広いバンドギャップを有し電子と正孔を活性層104に閉じ込める特性を有している。

【0042】次に、n型InGaAlP電流拡散層107について説明する。n型不純物のSi、Seが添加されたInGaAlPからなりn型の導電型を有する電流拡散層107は、厚さが0.5 $\mu$ mから4 $\mu$ mで、不純物の添加量が1E17/cm<sup>3</sup>から1E21/cm<sup>3</sup>である。この電流拡散層107は、クラッド層より狭くかつ活性層104の光を吸収しないバンドギャップを有している。井戸層104と屈折率差が小さいため、n型クラッド層106方向に放出された光を結晶表面に取り出す効果を有している。不純物を高濃度に添加すると格子不整合率が大きくなり結晶性が悪くなるため、不純物添加量は厚さが2 $\mu$ m以下では1E21/cm<sup>3</sup>以下が、2 $\mu$ mから4 $\mu$ mまでは1E19/cm<sup>3</sup>以下が望ましい。

【0043】次に、n型GaAsコンタクト層108について説明する。n型不純物のSi、Seが添加されたGaAsからなりn型の導電型を有するコンタクト層108は、厚さが1nmから100nmで、不純物の添加量が1E18/cm<sup>3</sup>から1E21/cm<sup>3</sup>である。このコンタクト層108は量子井戸発光層104からの発光を吸収する材料であるため、厚さを吸収の影響の少ない数10nm以下にすることが望ましい。コンタクト層108をInGaPにした場合、量子井戸層104からの発光を吸収する割合が低下するためさらに望ましい。

【0044】次に、p側電極109について説明する。

p型電極109は、AuとZnを含む材料からなりZnの一部がコンタクト層に拡散していくことにより、良好なオーミック特性を示す。接着材との密着性を強固にするため厚さは1 $\mu$ mから数 $\mu$ mが形成されている。

【0045】次に、n型電極110について説明する。n型電極110は、AuとGeを含む材料からなり、電極のミグレーションを抑えるためMoを含む場合もある。厚さが1 $\mu$ mから数 $\mu$ mで形成されたボンディングパッドと厚さ数100nmで周辺に伸びた複数の直線から形成されている。GaP基板100を接着した構造ではAuワイヤをボンディングする工程でのボンディング加重と超音波により接着界面にクラックが発生する問題が発生したが、コンタクト層108の厚さを0.1 $\mu$ mから0.5 $\mu$ mで電流拡散層107の厚さが1 $\mu$ mから2 $\mu$ mにすることでボンディング時にクラックが発生することがなく長期動作ができるようになる。

【0046】(第2の実施の形態)第2の実施の形態の半導体発光素子が第1の実施の形態(図1)と異なる点は、図9に示すように、基板100の第1の側面111を上面向けて狭くなるように傾斜させた点である。この素子では、発光素子1がリードフレーム2から剥がれるのを防止する効果(図8参照)、および、光取り出し効率を高くする効果、を高めることができる。第1の実施の形態(図1)の素子に比べて発光層114からの発光出力はやや低下するが、用途に応じて、第1の実施の形態の素子と使い分けることができる。

【0047】図9は、本発明の第2の実施の形態の半導体発光素子を示す概念断面図である。第1の実施の形態(図1)と同じ構成部分には、同じ番号を示した。基板100の第1の側面111の傾斜角度は、46°になっている。

【0048】この図9の素子の第1の側面111は、ダイシング工程によって形成される。つまり、この第1の側面111は、へき開面に沿ってへき開することによって得られた側面ではない。このようにダイシング工程によって形成された側面111にはダメージ領域が形成される。ただし、このダメージ領域は、塩酸系のエッチング液によりエッチングにより、一定程度除去できる。

【0049】図9の素子では、第1の側面111が第2の側面112と対向するように形成されているので、第2の側面112で反射された光の一部を第1の側面111から外部に取り出し、さらに光取り出し効率を高くすることができる。

【0050】また、図9の素子は、第1の側面111が上側に向けて狭まるように形成されているので、図8のように素子1をリードフレーム2にマウントした場合、樹脂8から図8中下側方向に力を受ける。このため、発光素子1がリードフレーム2から剥がれるのを防止する効果を高めることができる。

【0051】このように、図9の素子では、図1の素子

に比べ、剥がれ防止効果、および、光取り出し効率増加効果、をさらに高めることができる。ただし、図9の素子は、第1の側面111がへき開によって形成されていないため、発光層114へのダメージがやや増加し、発光層114からの光出力はやや低下する。このため、図9の素子は、用途に応じて、図1の素子と使い分けることができる。

【0052】以上説明した図9の素子の第1の側面111の傾斜角度は、ダイシングブレードの先端の角度変更することで、16°以上60°以下の範囲で任意に設定できる。傾斜角度を16°よりも小さくすると、上述の剥がれ防止の効果が得にくくなる。また、傾斜角度を60°よりも大きくするのは、製造方法の観点から困難である。

【0053】また、上記の第1の側面111の傾斜角度は、光取り出し効率を高くするために、第2の側面112の傾斜角度 $\pm 16^\circ$ にすることが好ましい。

【0054】例えば、図9のように第2の側面112の傾斜角度が30°の時は、第1の側面の傾斜角度を14°または46°にすると、光取り出し効率が高くなる。そして、上述の剥がれ防止の効果を高めるために、傾斜角度を46°とすると良い。

【0055】(第3の実施の形態)第3の実施の形態の半導体発光素子が第1の実施の形態(図1)と異なる点は、図10から分かるように、第1の側面211が基板200の上面とほぼ垂直に形成されている点、および、基板200の底面に溝部215を設けている点である。第1の側面211をへき開により形成した点は、第1の実施の形態と同じである。

【0056】図10は、本発明の第3の実施形態を示す半導体発光素子の概略断面図を示す。また、図11は、図10の素子を基板200の底部側から見た図である。第1の実施例と同様に、半導体発光素子は、GaP基板200と、このGaP上に形成されたInGaAlP系材料からなる発光層214と、を有した構造である。発光層214の厚さは数 $\mu$ m、GaP基板200は数100 $\mu$ mである。この図10の素子では、基板200の傾斜角度を0°としている。このため、へき開面となる第1の側面211は、基板200の底面および上面とほぼ垂直になる。

【0057】以上説明した図10の素子では、第1の側面211がへき開により形成でき、しかもへき開面が上面と垂直なので、製造工程を簡易にすることができる。また、第1の側面211をへき開により形成したので、第1の実施の形態と同様に、発光層214の結晶欠陥を防止して光出力を高くすることができる。

【0058】もっとも、図10の素子では、第1の側面211が上面と垂直であるため、素子1をリードフレーム2上にマウントした際(図8参照)、樹脂8が第1の側面211をリードフレーム2側に押す力が弱くなる。

そこで、図10の素子では、基板200の底部側に溝215を設けている。このように溝215を設けることで、底面およびp側電極209と、マウント剤6(図8参照)と、の接触面積を広げ、密着強度を向上させることができる。この結果、発光素子1の剥れを低減し、十分な寿命を維持できる。なお、p側電極209は、図11のように、底面の中心と、底面の端部と、に線状に設けている。

【0059】また、図10の素子では、第2の側面212および第3の側面213の表面に高さ $1\mu\text{m}\sim 2\mu\text{m}$ の複数の凹凸を設けている。このように凹凸を設けることにより、表面積が広くなり、封止樹脂8と半導体発光素子1との接着強度が強固になる。このため、この観点からも、発光素子1の剥がれを低減することができる。

【0060】以上説明した図10、図11の半導体発光素子では、底面に溝215を設けたが、素子1と、リードフレーム2と、の剥がれが起こりにくい環境で装置を使用する場合は、溝215を設けないこともできる。

【0061】また、図10、図11の半導体発光素子では、用途に応じて、第1の側面211を第2の実施の形態(図9)のように傾斜させることもできる。

【0062】(第4の実施の形態)図12は、本発明の第4の実施の形態の半導体発光素子を示す図である。第3の実施の形態(図10)と異なる点は、GaP基板200に第3の部分200Cを設けなかった点である。第3の実施の形態(図10)と同じ構成部分には、同じ番号を示した。

【0063】図12の素子では、GaP基板200の上面上には、電流注入により光を放射する発光層214が設けられている。GaP基板200は、上記の発光層214を設けた上面と、この上面を有する第1の部分200Aと、この第1の部分200Aに隣り合って形成された第2の部分200Bと、を有する。この第2の部分200Bは、第1の部分200Aに向けて広がるように傾斜して上記発光層214からの上記光の一部を外部に射出する第2の側面212を有する。また、上記第1の部分200Aは、へき開面に沿ってへき開することによって得られた第1の側面211を有する。

【0064】図13は、図12の素子1をリードフレーム2上にマウントして得られた半導体発光装置を示す図である。基本的な構成は図8と同様である。図8と同じ構成部分には同じ符号を示している。

【0065】図13の装置でも、発光素子1に第2の側面212を設けたので、光取り出し効率を高くすることができる。また、発光素子1にへき開によって形成された第1の側面211を設けたので、結晶欠陥を低減することができる。このため、光取り出し効率が高く、かつ光出力が高い装置を得ることができる。

【0066】また、図13の装置は、発光素子1に第3の側面213を設けていないので、製造方法を簡単にす

ることができる。

【0067】もっとも、図13の装置では、第3の側面213を設けていないので、第2の側面212の一部までマウント材6が広がり易くなり、光出力が低下してしまうおそれがある。そこで図13の装置では、次のような構造を用いている。

【0068】まず、図13の装置では、素子の第2の側面212の表面に高さ $1\mu\text{m}\sim 2\mu\text{m}$ の複数の凹凸を設けている。このように凹凸を設けることにより、表面積が広くなり、封止樹脂8と半導体発光素子1との接着強度が強固になる。このため、発光素子1がリードフレーム2から剥れにくくなる。この結果、マウント材6の量を少なくすることが可能になる。これにより、マウント材6が第2の側面212に広がることを防止できる。また、凹凸を設けて表面積を広げたので、マウント材6が多すぎた場合でも、マウント材6が図中上側に広がりにくくなる。これにより、マウント材6が第2の側面212に広がることを防止できる。

【0069】次に、図13の装置では、底部に図12に示すような溝215を設けている。このように溝215を設けることで、底面およびp側電極209と、マウント剤6と、の接触面積を広げ、密着強度を向上させることができる。この結果、マウント材6の量を少なくすることが可能になり、マウント材6が第2の側面212に広がることを防止できる。

【0070】以上のように、図13の装置は、製造方法を簡単にし、かつ、光出力の低下を防止できる。

【0071】以上説明した図12、図13の半導体発光素子では、底面に溝215を設けたが、素子1と、リードフレーム2と、の剥がれが起こりにくい環境で装置を使用する場合は、溝215を設けないこともできる。

【0072】(第5の実施の形態)第5の実施の形態の半導体発光素子が第4の実施の形態(図12)と異なる点は、図14に示すように、第1の側面211を上面向けて狭まるように傾斜させた点である。第1の側面211の傾斜角度は、第2の実施の形態(図9)と同様に、 $46^\circ$ としている。第4の実施の形態(図12)と同様の構成部分は同じ符号で示した。

【0073】また、図15は、図14の素子1をリードフレーム2上にマウントして得られた半導体発光装置を示す図である。基本的な構成は図13と同様である。図13の装置と同じ構成部分には同じ符号を示している。

【0074】図15の装置では、第1の側面211を上面向けて狭まるように傾斜させたので、第2の実施の形態で説明したのと同様に、図13の装置に比べ、発光素子1がリードフレーム2から剥がれるのを防止する効果、および、光取り出し効率を高くする効果、を高めることができる。第4の実施の形態の装置(図13)に比べて発光層214からの発光出力はやや低下するが、用途に応じて、第4の実施の形態の装置と使い分けること

ができる。

【0075】以上説明した図15の装置では、第1の側面211を上面向けて狭まるように傾斜させて剥がれ防止効果を高めたので、第2の側面112の凹凸および底面の溝215を設けなくても、発光素子1の剥れを低減し、十分な寿命を維持できる。

【0076】

【発明の効果】本発明によれば、光を放射する発光層と、この光に対して透光性を有する基板と、を備える半導体発光素子において、上記基板の側面に、へき開によって得られ結晶欠陥を防止する第1の側面と、上記発光層からの光の一部を外部に射出する第2の側面と、マウントを容易にする第3の側面と、を設けたので、光取り出し効率が高く、寿命が長く、歩留まりが高い素子を提供することができる。また、上記基板の側面に、素子とリードフレームとの剥離を防止する第1の側面と、前記発光層からの光の一部を外部に射出する第2の側面と、マウントを容易にする第3の側面と、を設けたので、光取り出し効率が高く、寿命が長く、歩留まりが高い素子を提供することができる。

【0077】また、本発明によれば、光を放射する発光層と、この光に対して透光性を有する基板と、を有する半導体発光素子を備える半導体発光装置において、上記基板の側面に、へき開によって得られ結晶欠陥を防止する第1の側面と、上記発光層からの光の一部を外部に射出する第2の側面と、を設け、上記基板の底面をリードフレームにマウントしたので、光取り出し効率が高く、寿命が長く、歩留まりが高い装置を提供することができる。また、上記基板の側面に、素子とリードフレームとの剥離を防止する第1の側面と、前記発光層からの光の一部を外部に射出する第2の側面と、を設け、上記基板の底面をリードフレームにマウントしたので、光取り出し効率が高く、寿命が長く、歩留まりが高い装置を提供することができる。

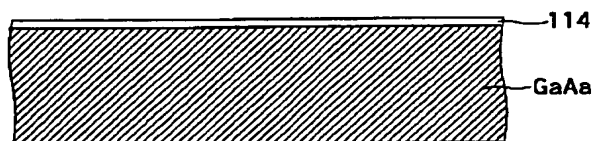
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態の半導体発光素子の概念断面図。

【図2】本発明の第1の実施の形態の半導体発光素子の製造方法を示す概念断面図。

\*

【図2】



\* 【図3】本発明の第1の実施の形態の半導体発光素子の製造方法を示す概念断面図で、図2に続く図。

【図4】本発明の第1の実施の形態の半導体発光素子の製造方法を示す概念断面図で、図3に続く図。

【図5】本発明の第1の実施の形態の半導体発光素子の製造方法を示す概念断面図で、図4に続く図。

【図6】本発明の第1の実施の形態の半導体発光素子の製造方法を示す概念断面図で、図5に続く図。

10 【図7】本発明の第1の実施の形態の半導体発光素子の製造方法を示す概念断面図で、図6に続く図。

【図8】本発明の第1の実施の形態の半導体発光装置の概念断面図。

【図9】本発明の第2の実施の形態の半導体発光素子の概念断面図。

【図10】本発明の第3の実施の形態の半導体発光素子の概念断面図。

【図11】本発明の第3の実施の形態の半導体発光素子の底面図。

20 【図12】本発明の第4の実施の形態の半導体発光素子の概念断面図。

【図13】本発明の第4の実施の形態の半導体発光装置の概念断面図。

【図14】本発明の第5の実施の形態の半導体発光素子の概念断面図。

【図15】本発明の第5の実施の形態の半導体発光装置の概念断面図。

【図16】従来の半導体発光素子の概念断面図。

【符号の説明】

1 半導体発光素子

2 リードフレーム

6 マウント剤

100、200 p型GaPからなる透明基板

111、211 第1の側面

112、212 第2の側面

113、213 第3の側面

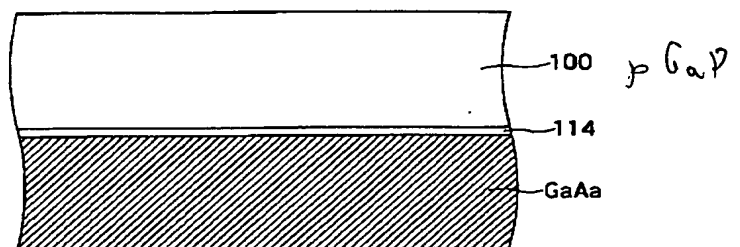
114、214 発光層

109、209 p側電極

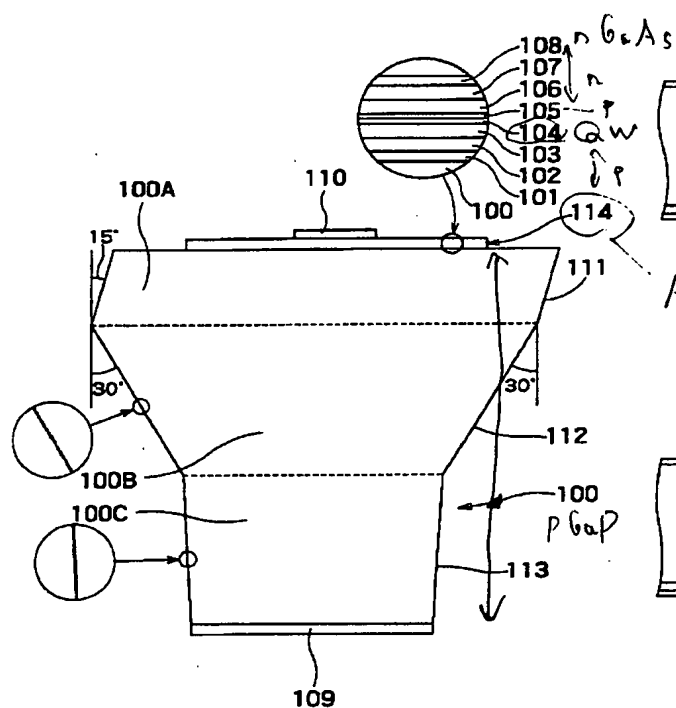
110、210 n側電極

215 溝

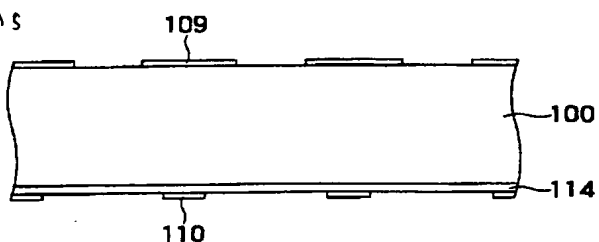
【図3】



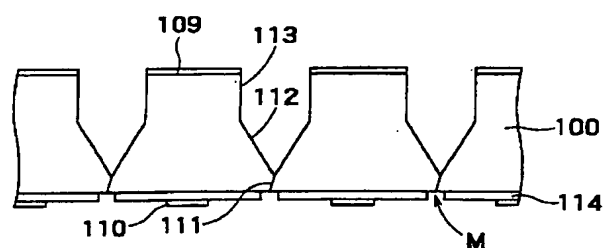
【図1】



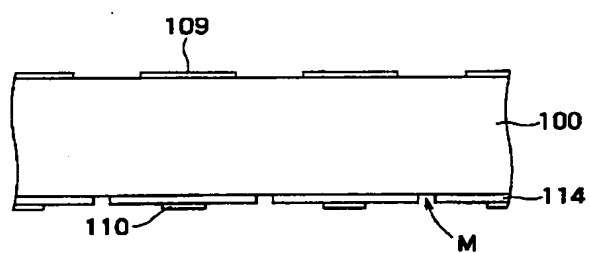
【図4】



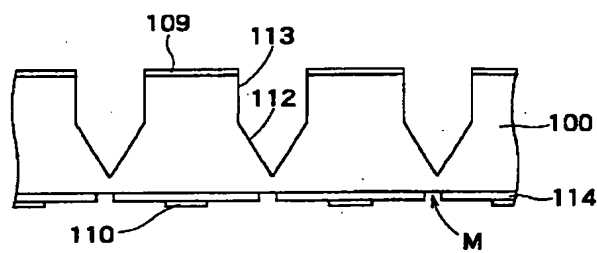
【図7】



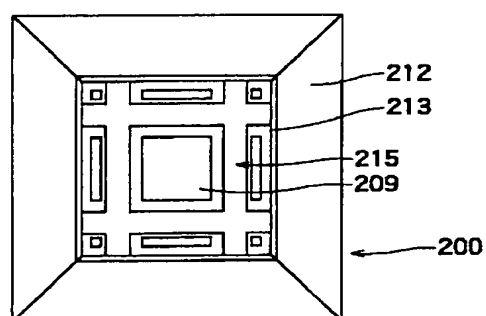
【図5】



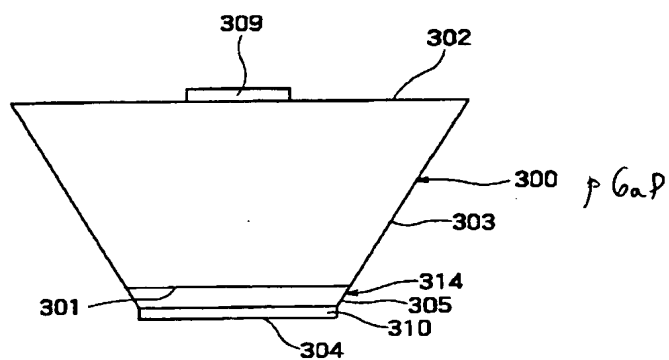
【図6】



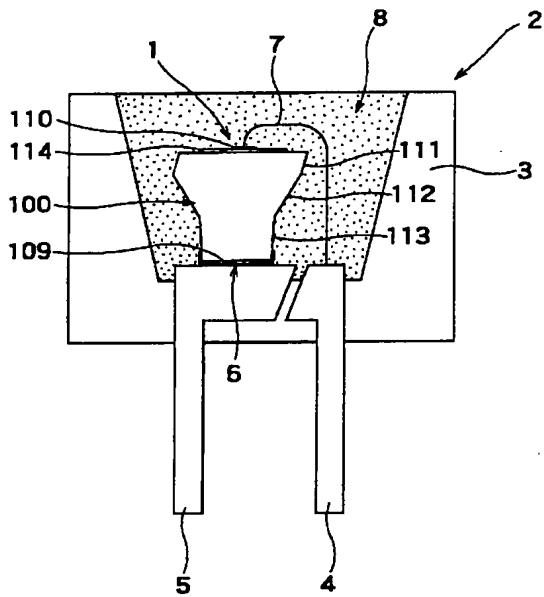
【図11】



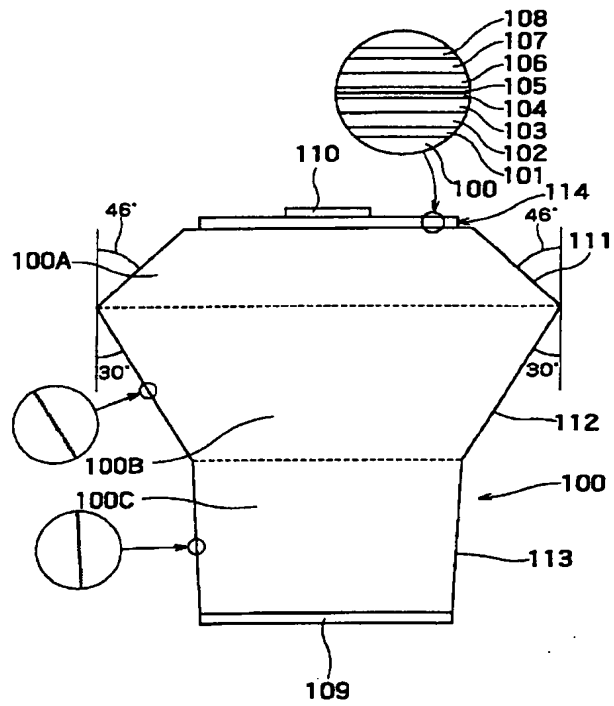
【図16】



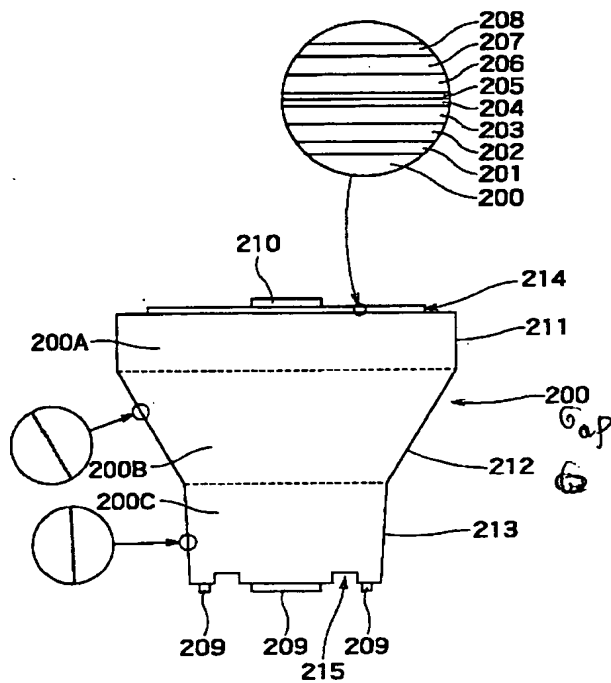
【図8】



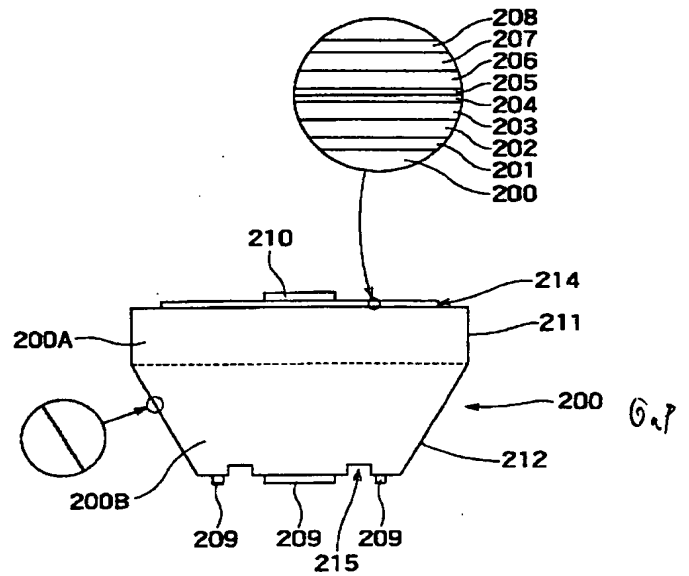
【図9】



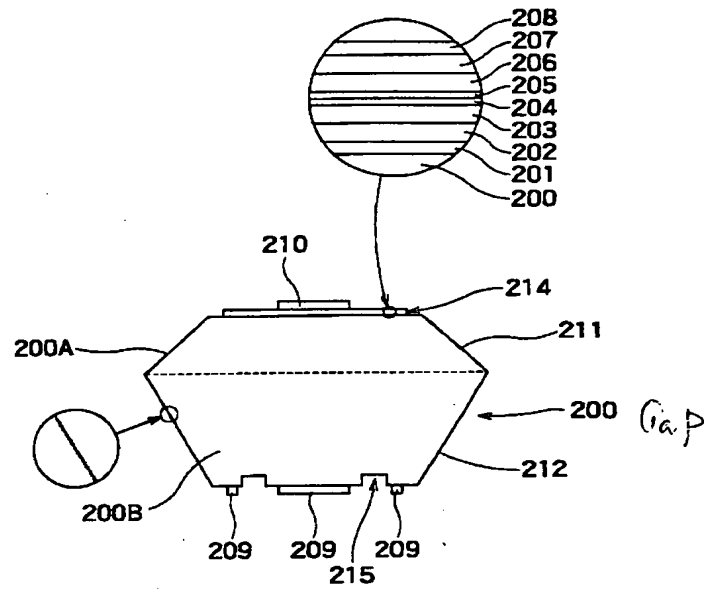
【図10】



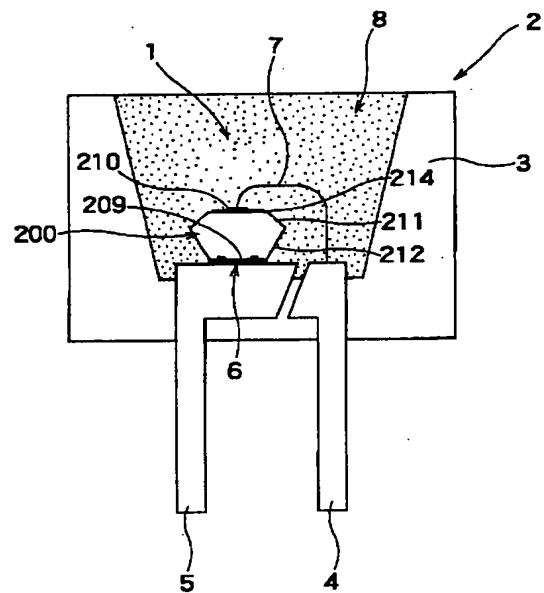
【図12】



【图 14】



【图 15】



(72)発明者 赤 池 康 彦  
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株  
式会社東芝マイクロエレクトロニクスセン  
ター内

(72)発明者 遠 藤 佳 紀  
兵庫県揖保郡太子町鵜300番地 株式会社  
東芝姫路半導体工場内

Fターム(参考) 5F041 AA03 AA41 AA44 CA05 CA23  
CA34 CA35 CA37 CA65 CA76  
CA77 CB15 FF11